

Nom :

Prénom :

Groupe :

Remarque : les réponses dans la même feuille.

Interrogation N° 01

1. Questions de cours :

- Quelle est l'influence de la température sur la viscosité ?

Lorsque la température augmente, la viscosité du liquide diminue. (2)

- Quel est l'effet de la profondeur de l'eau sur la pression ?

La pression de l'eau augmente avec la profondeur. (2)

- Quelles sont les classifications des fluides newtoniens ?

1. Fluides parfaits, 2. Fluides réels, 3. Fluides incompressibles, 4. Fluides compressibles. (2)

- Quelles sont les types de viscosités ?

1. La viscosité dynamique, 2. La viscosité cinématique. (2)

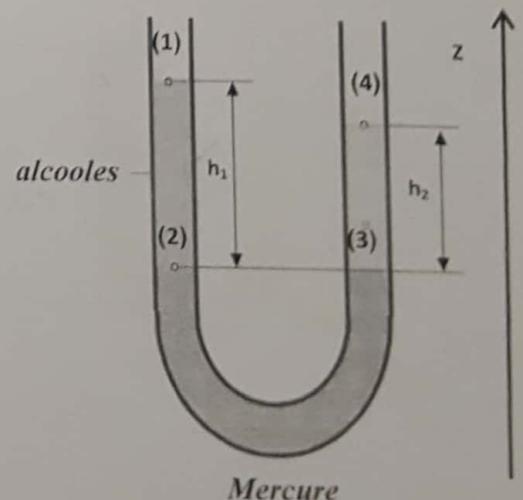
2. EXERCICE :

Un tube en U contient du mercure sur une hauteur de quelques centimètres. On verse dans l'une des branches un mélange d'eau - alcool éthylique qui forme une colonne de liquide de hauteur $h_1=30$ cm. Dans l'autre branche, on verse de l'eau pure de masse volumique 1000 kg/m^3 , jusqu'à ce que les deux surfaces du mercure reviennent dans un même plan horizontal. On mesure alors la hauteur de la colonne d'eau $h_2=24$ cm.

- 1) Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique pour les trois fluides

Eau - alcool éthylique, Mercure, Eau.

- 2) En déduire la masse volumique du mélange eau - alcool éthylique.



* Correction :

$$\textcircled{1} - \textcircled{4} * P_2 = P_1 + \int_{\text{eau-Alcool}} \rho g \cdot h_1 \Rightarrow P_2 - P_1 = \int_{\text{eau-Alcool}} \rho g \cdot h_1 \dots \textcircled{1}$$

$$\textcircled{1} - \textcircled{2} * P_2 + \int_{\text{mercure}} \rho g H_{\text{mercure}} = P_3 + \int_{\text{mercure}} \rho g H_{\text{mercure}}$$

$$\Rightarrow P_2 - P_3 = \int_{\text{mercure}} \rho g (H_{\text{mercure}} - H_{\text{mercure}}) = 0 \quad \textcircled{2}$$

$$\Rightarrow P_2 - P_3 = 0 \dots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} - \textcircled{3} * P_3 = P_4 + \int_{\text{eau}} \rho g \cdot h_2 \Rightarrow P_2 - P_4 = \int_{\text{eau}} \rho g \cdot h_2 \dots \textcircled{3}$$

$$\textcircled{B} \quad \underbrace{P_1 - P_4 = P_{\text{atm}}}_{\textcircled{1}} \quad \text{et} \quad \underbrace{P_2 = P_3}_{\textcircled{1}} \Rightarrow \int_{\text{eau-Alcool}} \rho g \cdot h_1 = \int_{\text{eau}} \rho g \cdot h_2 \quad \textcircled{1}$$

$$\Rightarrow \int_{\text{eau-Alcool}} \rho = \int_{\text{eau}} \rho + \frac{h_2}{h_1} = 1000 \cdot \frac{24}{30} = 800 \text{ kg/m}^3 \quad \textcircled{1}$$

$$\Rightarrow \boxed{\int_{\text{eau-Alcool}} \rho = 800 \text{ kg/m}^3} \quad \textcircled{1} \quad \textcircled{1}$$

Université d'El Oued

Département Génie des Procédés

3 année génie des procédés / Matière : Transfert de Quantité de mouvement.

Nom :

Prénom :

Groupe :

Remarque : les réponses dans la même feuille.

Interrogation N° 02

1. Questions de cours :

- Quelle est l'influence de la viscosité sur la vitesse d'une chute de bille ?

Lorsque la viscosité est plus élevée, la vitesse d'une chute de bille est plus basse. (2)

- Quelle est le classement des fluides par leur viscosité ?

1/ La famille des fluides "newtoniens" 2/ La famille des fluides "non newtoniens" (2)

- Quelle est caractéristique physique d'un fluide ?

1/ Masse volumique, 2/ Poids volumique, 3/ Densité, 4/ Viscosité (2)

- Quelle est les types d'écoulements d'un fluide ?

1/ Ecoulement permanent, 2/ Ecoulement non permanent (2)

2. EXERCICE :

On considère un tube en U contenant trois liquides :

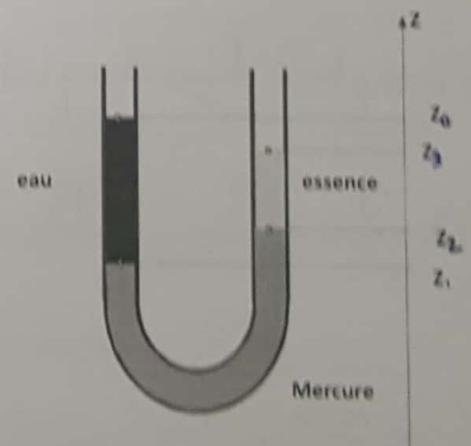
- 1) de l'eau ayant une masse volumique $\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$,
- 2) du mercure ayant une masse volumique $\rho_2 = 13600 \text{ kg/m}^3$,
- 3) de l'essence ayant une masse volumique $\rho_3 = 700 \text{ kg/m}^3$,
- 4) On donne :

$$Z_0 - Z_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$Z_3 - Z_2 = 0,1 \text{ m}$$

$$Z_1 + Z_2 = 1,0 \text{ m}$$

On demande de calculer Z_0 , Z_1 , Z_2 et Z_3 .



* Correction :

$$* P_1 = P_0 + \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (Z_0 - Z_1) \Rightarrow P_1 - P_0 = \rho_{\text{eau}} \cdot g \cdot (Z_0 - Z_1) \dots (1)$$

$$* P_1 = P_2 + \rho_{\text{mercure}} \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1) \Rightarrow P_1 - P_2 = \rho_{\text{mercure}} \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1) \dots (2)$$

$$* P_2 = P_3 + \rho_{\text{essence}} \cdot g \cdot (Z_3 - Z_2) \Rightarrow P_2 - P_3 = \rho_{\text{essence}} \cdot g \cdot (Z_3 - Z_2) \dots (3)$$

$$P_1 = 10^5 + 10^3 \cdot 9.81 \cdot 0.2 = 10^5 + 1962 = 101962 \text{ Pascals}$$

$$P_2 = 10^5 + 10^3 \cdot 0.7 + 9.81 \cdot 0.4 = 10^5 + 687 = 100687 \text{ Pascals}$$

$$P_1 - P_2 = 101962 - 100687 = 1275 = \rho_{\text{mercure}} \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1)$$

$$\Rightarrow Z_2 - Z_1 = \frac{1275}{13600 \cdot 9.81} = 0.0096 \text{ m} \Rightarrow Z_2 = Z_1 + 0.0096$$

on remplace dans l'équation : $Z_1 + Z_2 = 1 \Rightarrow Z_1 + Z_1 + 0.0096 = 1$

$$\Rightarrow Z_1 = \frac{1 - 0.0096}{2} = \boxed{0.4952 \text{ m}} \text{ et } \boxed{Z_2 = 0.5048 \text{ m}}$$

$$Z_0 = 0.2 + Z_1 = 0.2 + 0.4952 \Rightarrow \boxed{Z_0 = 0.6952 \text{ m}}$$

$$Z_3 = 0.1 + Z_2 = 0.1 + 0.5048 \Rightarrow \boxed{Z_3 = 0.6048 \text{ m}}$$

التاريخ: 2020/01/26
المدة: 90 دقيقة
المستوي: السنة الثالثة ليسانس

كلية التكنولوجيا
قسم هندسة الطرائق
أستاذ المقياس: قماري فتحي

الامتحان النهائي في مادة ميكانيكا الموائع *Transfert de Quantité de mouvement*

Exercice n : 1

Partie 1 :

On veut accélérer la circulation d'un fluide parfait dans une conduite de telle sorte que sa vitesse soit multipliée par 9, $V_2=9.V_1$. Pour cela, la conduite comporte un convergent caractérisé par l'angle α . **Fig. 01.**

- ✓ Calculer le rapport des rayons (R_1/R_2), et R_2 en fonction de R_1 .
- ✓ Calculer ($R_1 - R_2$) en fonction de L et α .
- ✓ Calculer là l'angle α . ($R_1 = 30$ mm, $L = 35$ mm).

Partie 2 :

Un débit volumique $q_v = 2,826$ L/s, l'huile traverse la section S_1 de diamètre $D_1 = 60$ mm à une vitesse d'écoulement V_1 , à une pression P_1 et sort vers l'atmosphère par la section S_2 de diamètre D_2 à une vitesse d'écoulement $V_2=9.V_1$ et une pression $P_2=P_{atm}=1$ bar. On suppose que le fluide est parfait. **Fig. 01.**

La buse est maintenue horizontale ($Z_1=Z_2$). On donne la masse volumique de l'huile : $\rho_{huile} = 800$ kg/m³.

- ✓ Calculer la vitesse d'écoulement V_1 .
- ✓ Ecrire l'équation de continuité. Et Calculer le diamètre D_2 .
- ✓ En appliquant le Théorème de Bernoulli entre le point (1) et le point (2) déterminé la pression P_1 en bar.

Exercice n : 2

Partie 1 :

Une conduite cylindrique amène l'eau d'un barrage (dont le niveau Z_1 est maintenu constant) dans une turbine. On branche à la sortie de la turbine une canalisation évacuant l'eau vers un lac. Le niveau Z_2 de la surface libre du lac est supposé constant. Le débit massique traversant la turbine est $Q_m = 50$ kg/s. **Fig. 02.**

On donne : l'accélération de la pesanteur $g = 9,8$ m/s² et $H_1 = (Z_1 - Z_2) = 30$ m. $P_2 = P_1 = 1,013$ bar.

- ✓ En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance utile P_u développer dans la turbine. Préciser toutes les hypothèses simplificatrices. حدد كل فرضيات التبسيط

- ✓ Calculer la puissance récupérée sur l'arbre de la turbine si son rendement global est $\eta = 80\%$.

Partie 2 :

Pour alimenter un réservoir d'eau à une certaine hauteur H_2 , nous utilisons une pompe alimentée par l'électricité produite par la turbine dans la première partie de l'exercice (**puissance récupérée sur l'arbre de la turbine**). On utilise une conduite de diamètre $D = 100$ mm. On négligera toutes les pertes de charge.

Fig. 02. On donne : Les pressions $P_3 = P_2 = 1,013$ bar. La vitesse d'écoulement $V = 2$ m/s. L'accélération de la pesanteur $g = 9,8$ m/s². Travail demandé : نفس فرضيات التبسيط

- ✓ Calculer le débit volumique Q_v de la pompe en l/s.
- ✓ Ecrire l'équation de Bernoulli entre les surfaces 3 et 2.
- ✓ Calculer la hauteur $H_2 = (Z_3 - Z_2)$ maximal $Z_2 = 0$. الارتفاع الأقصى الذي تستطيع المضخة أن تدفع له الماء.
- ✓ Combien de temps faut-il pour remplir un réservoir de 10^5 litres. حساب زمن ملئ الخزان الذي يسع 10^5 لتر.

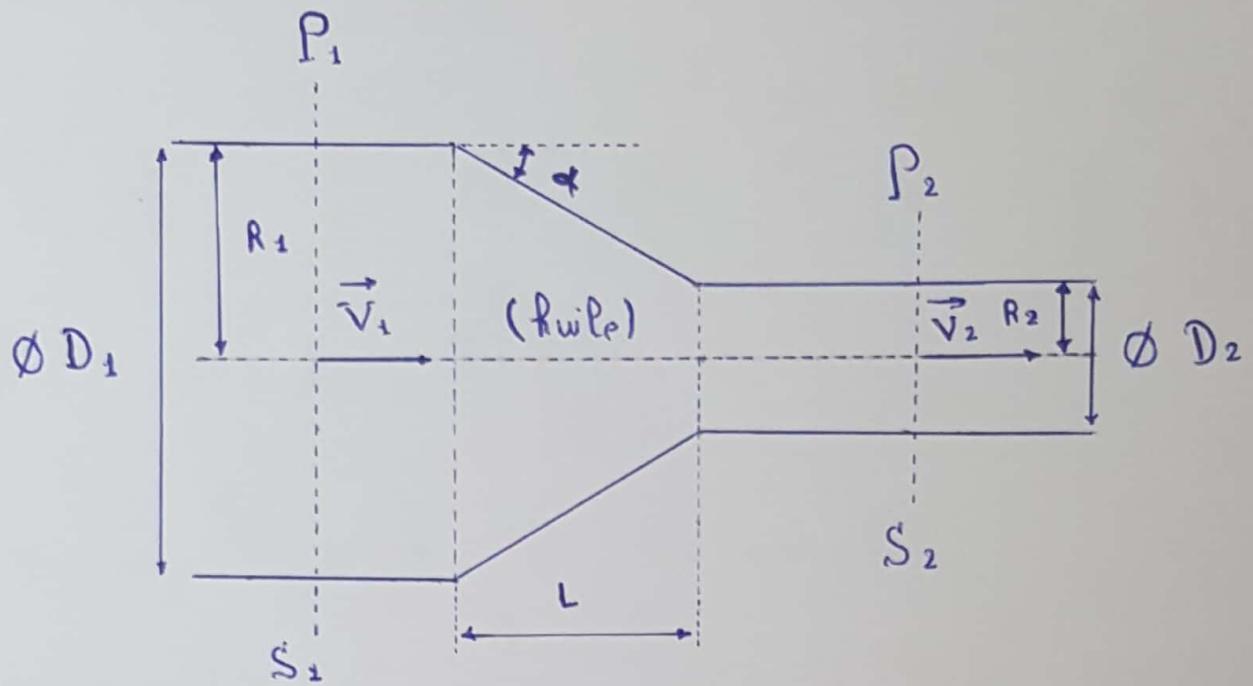
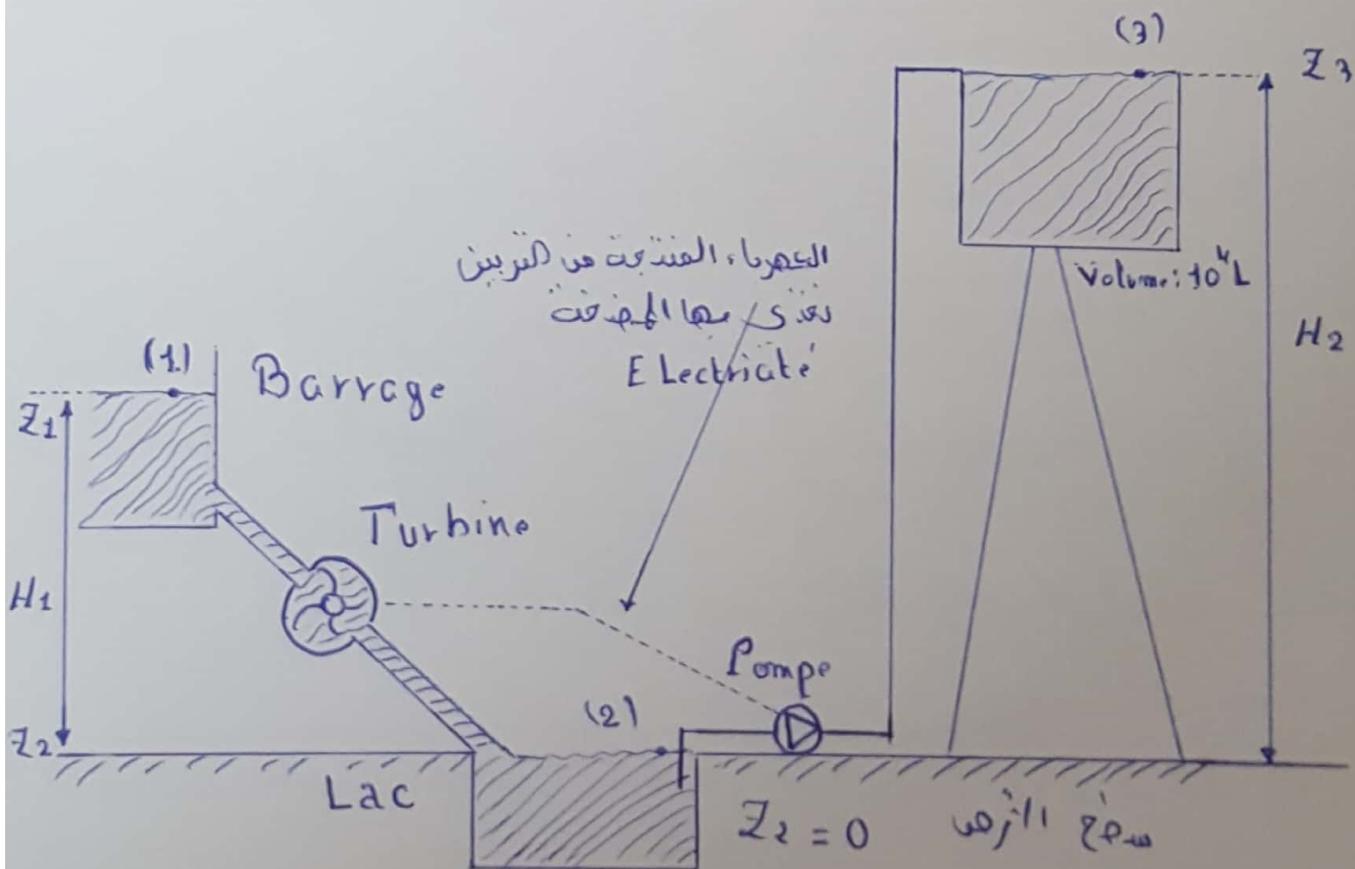


Fig. 01. Pour Partie 1 et Partie 2 Exercice: 01

Fig. 02. Pour Partie 1 et Partie 2 Exercice: 02



Exercice 01: Partie 01:

$$\textcircled{+} V_1 S_1 = V_2 S_2 \Rightarrow V_1 \pi R_1^2 = V_2 \pi R_2^2 \Rightarrow V_1 R_1^2 = V_2 R_2^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}} = \sqrt{\frac{9V_1}{V_1}} = \sqrt{9} = 3 \Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = 3} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{+} \frac{R_1}{R_2} = 3 \Rightarrow \boxed{R_2 = \frac{R_1}{3}} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{+} \text{tg } \alpha = \frac{R_1 - R_2}{L} \Rightarrow \boxed{R_1 - R_2 = L \cdot \text{tg } \alpha} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{+} \text{tg } \alpha = \frac{R_1 - R_2}{L} = \frac{R_1 - \frac{R_1}{3}}{L} = \frac{2 \cdot R_1}{3 \cdot L} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 35 \cdot 10^{-3}} = 0,57$$

$$\text{tg } \alpha = 0,57 \Rightarrow \boxed{\alpha = 29,7^\circ \approx 30^\circ} \textcircled{1}$$

Partie 02:

$$\textcircled{+} \boxed{q_v = V_1 S_1} \Rightarrow V_1 = \frac{q_v}{S_1} = \frac{4 \cdot q_v}{\pi D_1^2} = \frac{4 \cdot 2,826 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2} = 1 \text{ m/s} \quad \boxed{V_1 = 1 \text{ m/s}} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{+} V_1 S_1 = V_2 S_2 \Rightarrow V_1 \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = V_2 \cdot \frac{\pi D_2^2}{4} \Rightarrow V_1 D_1^2 = V_2 D_2^2 \Rightarrow \frac{D_2}{D_1} = \sqrt{\frac{V_1}{V_2}} = \sqrt{\frac{1}{9}} \\ \Rightarrow D_2 = D_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{9}} = 20 \text{ mm} \quad \boxed{D_2 = 20 \text{ mm}} \textcircled{1}$$

$$\textcircled{+} \text{Théorème de Bernoulli: } \boxed{\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\rho_{\text{fluid}}} + g(z_2 - z_1) = 0} \quad \boxed{z_1 = z_2} \textcircled{2}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho_{\text{fluid}}} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \Rightarrow P_1 = P_2 + \frac{\rho_{\text{fluid}}}{2} \cdot (V_2^2 - V_1^2) = 10^5 + \frac{800}{2} \cdot ((9)^2 - (1)^2)$$

$$\Rightarrow P_1 = 10^5 + 32000 = 132000 \text{ Pascal} \Rightarrow \boxed{P_1 = 1,32 \text{ bar}} \textcircled{1}$$

Exercice de 02 :

Partie 01 :

④ Théorème de Bernoulli : $\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\rho_{eau}} + g(Z_2 - Z_1) = \frac{P_u}{\rho_m}$ ④

④ $V_1 = V_2 = 0$ et $P_1 = P_2 = P_{atm}$ Donc : $P_u = \rho_m g (Z_2 - Z_1)$

$\Rightarrow P_u = 50 \times 9.8 + 30 = 1470 \text{ W} \Rightarrow P_u = 1470 \text{ W}$ ①

④ Puissance récupérée :

$\eta = \frac{P_a}{P_u} \Rightarrow P_a = P_u \eta = 14700 \times 0.8 = 11760 \text{ W}$ $P_a = 11760 \text{ W}$ ①

④

Partie 02 :

④ $Q_v = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \frac{2.3 \times 14.0 \cdot 10^{-4}}{4} = 0.0157 \text{ m}^3/\text{s} = 15.7 \text{ L/s}$ ①

④ L'équation de Bernoulli : $\frac{V_3^2 - V_2^2}{2} + \frac{P_3 - P_2}{\rho_{eau}} + g(Z_3 - Z_2) = \frac{P_u}{\rho_{eau} Q_v}$ ①

④ $V_3 = V_2 = 0 \text{ m/s}$ et $P_3 = P_2 = P_{atm}$ Donc : $P_u = \rho_{eau} g (Z_3 - Z_2) + \rho_{eau} Q_v H_2$ ④

④ $Z_3 - Z_2 = H_2 \Rightarrow H_2 = \frac{P_u}{\rho_{eau} g + \rho_{eau} Q_v} = \frac{11760}{10^3 \times 9.8 + 0.0157} = 76.43 \text{ m}$ ①

④ $T_s = \frac{V_{réservoir}}{Q_v} = \frac{10^5}{15.7} = 6370 \text{ s} = 106 \text{ min}$

④

$T_{tot} = 6370 \text{ s} = 106 \text{ min}$ ④



التاريخ: 2020/09/19
المدة: 90 دقيقة
المستوي: السنة الثالثة ليسانس

كلية التكنولوجيا
قسم هندسة الطرائق
أستاذ المقياس: قماري فتحي

الامتحان الاستدراكي في مادة ميكانيكا الموائع *Transfert de Quantité de mouvement*

Exercice n : 1

De l'huile est accélérée à travers une buse en forme de cône convergent.

La buse est équipée d'un manomètre en U qui contient du mercure. *Figure (1)*

Partie 1 : Etude de la buse

Un débit volumique $q_v = 0,4 \text{ L/s}$, l'huile traverse la section S_1 de diamètre $d_1 = 10 \text{ mm}$ à une vitesse d'écoulement V_1 , à une pression P_1 et sort vers l'atmosphère par la section S_2 de diamètre d_2 à une vitesse d'écoulement $V_2 = 4.V_1$ et une pression $P_2 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$

On suppose que : On donne

- Le fluide est parfait.
- La buse est maintenue horizontale ($Z_1 = Z_2$).
- la masse volumique de l'huile : $\rho_{\text{huile}} = 800 \text{ kg/m}^3$.

- 1) Calculer la vitesse d'écoulement V_1 .
- 2) Ecrire l'équation de continuité. En déduire le diamètre d_2 .
- 3) En appliquant le Théorème de Bernoulli entre le point (1) et le point (2) déterminer la pression P_1 en pascal et en bar.

Partie 2 : Etude du manomètre (tube en U).

Le manomètre, tube en U, contient du mercure de masse volumique $\rho_{\text{mercure}} = 13600 \text{ kg/m}^3$. Il permet de mesurer la pression P_1 à partir d'une lecture de la dénivellation : $h = (Z_4 - Z_3)$.

On donne :

- $(Z_1 - Z_3) = L = 1274 \text{ mm}$.
- L'accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- La pression $P_4 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$,

- 1) En appliquant la RFH (Relation Fondamentale de l'hydrostatique) entre les points (1) et (3), déterminer la pression P_3 .
- 2) De même, en appliquant la RFH entre les points (3) et (4), déterminer la dénivellation h du mercure.

Exercice n : 2

La figure ci-dessous représente un cric hydraulique formé de deux pistons (1) et (2) de section circulaire.

Figure (2)

Sous l'effet d'une action sur le levier, le piston (1) agit, au point (A), par une force de pression $F_{P1/h}$ sur l'huile. L'huile agit, au point (B) sur le piston (2) par une force $F_{h/P2}$ On donne :

- Les diamètres de chacun des pistons : $D_1 = 10 \text{ mm}$; $D_2 = 100 \text{ mm}$
- L'intensité de la force de pression en A : $F_{P1/h} = 150 \text{ N}$. Travail demandé :

- 1) Déterminer la pression P_A de l'huile au point A.
- 2) Quelle est la pression P_B ?
- 3) En déduire l'intensité de la force de pression $F_{h/P2}$

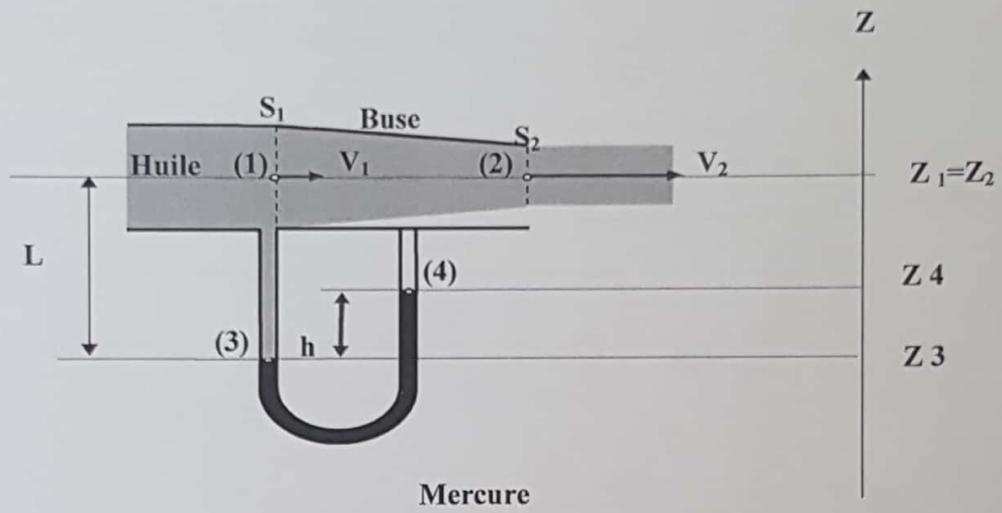


Figure (1) : représente buse est équipée en U qui contient du mercure.

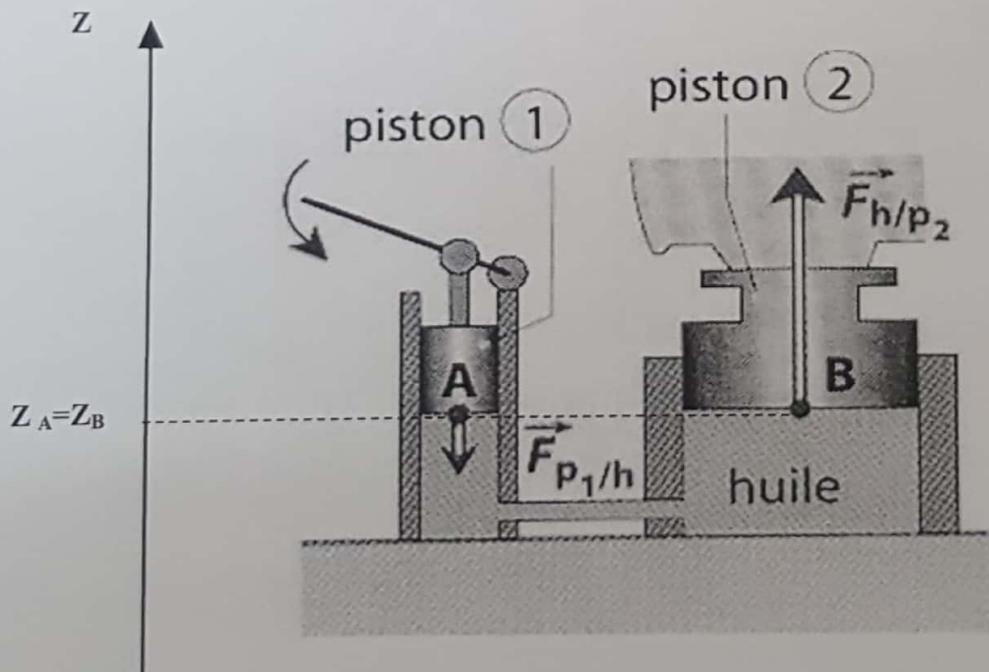


Figure (2) : représente un cric hydraulique formé de deux pistons (1) et (2) de section circulaire.

Exercice de 01 : Partie de 01 :

$$1/ \boxed{S_1 V_1 = S_2 V_2} \Rightarrow V_1 = \frac{Q_v}{S_1} = \frac{Q_v}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{4 Q_v}{\pi d_1^2} = \frac{4 \times 0.4 \times 10^{-3}}{\pi \times (0.01)^2} \Rightarrow \boxed{V_1 = 5 \text{ m/s}} \quad \textcircled{1}$$

$$2/ \boxed{V_1 S_1 = V_2 S_2} \Rightarrow V_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} = V_2 \cdot \frac{\pi d_2^2}{4} \Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{V_1}{V_2}} \cdot d_1$$
$$\Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{5}{20}} \times 10 \Rightarrow \boxed{d_2 = 5 \text{ mm}} \quad \textcircled{1}$$

$$3/ \boxed{\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + g(z_2 - z_1) = 0} \quad \text{or} \quad \boxed{z_1 = z_2} \quad \text{et} \quad \boxed{P_2 = P_{atm}} \quad \textcircled{0.5}$$

$$\text{Donc : } P_1 = P_2 + \rho \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} = 10^5 + 800 + \frac{20^2 \cdot 5^2}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_1 = 2.5 \times 10^5 \text{ Pascal} = 2.5 \text{ bar}} \quad \textcircled{1}$$

Partie 02 :

$$1/ \text{R.F.H entre (1) et (3) : } \boxed{P_3 - P_1 = \rho_{\text{huile}} \cdot g \cdot (z_3 - z_1)} \quad \textcircled{0.5}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_3 = P_1 + \rho_{\text{huile}} \cdot g \cdot L} \Rightarrow P_3 = 2.5 \times 10^5 + 800 + 9.81 \times 1.274$$

$$\Rightarrow \boxed{P_3 = 2.6 \times 10^5 \text{ Pascal} = 2.6 \text{ bar}} \quad \textcircled{1}$$

$$2/ \text{R.F.H entre (3) et (4) : } \boxed{P_3 - P_4 = \rho_{\text{mercure}} \cdot g \cdot (z_4 - z_3)}$$

$$\text{or : } z_4 - z_3 = h \quad \text{Donc : } P_3 - P_4 = \rho_{\text{mercure}} \cdot g \cdot h$$

$$\Rightarrow \boxed{h = \frac{P_3 - P_4}{\rho_{\text{mercure}} \cdot g} = \frac{2.6 \times 10^5 - 1.1 \times 10^5}{13600 \times 9.81} = 1.2 \text{ m}} \Rightarrow \boxed{h = 1.2 \text{ m}} \quad \textcircled{1}$$

0.5

